

DERWENT- 1990-144152

ACC-NO:

DERWENT- 199019

WEEK:

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Monopulse electronic-scanning antenna - has digital phase shifters and analog phase shifters which set beam radiation range and beam direction respectively NoAbstract Dwg 1/8

PATENT-ASSIGNEE: MITSUBISHI DENKI KK[MITQ]**PRIORITY-DATA:** 1988JP-0242840 (September 28, 1988)**PATENT-FAMILY:**

PUB-NO	✓	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
JP 02090804		AMarch 30, 1990	N/A	000	N/A

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DESCRIPTOR	APPL-NO	APPL-DATE
JP 02090804A	N/A	1988JP-0242840	September 28, 1988

INT-CL (IPC): H01Q003/30, H01Q025/02**ABSTRACTED-PUB-NO:****EQUIVALENT-ABSTRACTS:**

TITLE- MONOPULSE ELECTRONIC SCAN ANTENNA DIGITAL PHASE SHIFT ANALOGUE
TERMS: PHASE SHIFT SET BEAM RADIATE RANGE BEAM DIRECTION RESPECTIVE
NOABSTRACT

DERWENT-CLASS: W02**EPI-CODES:** W02-B06; W02-B09;

⑫ 公開特許公報(A) 平3-165105

⑬ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 平成3年(1991)7月17日

H 01 Q 3/38
25/027402-5 J
9067-5 J

審査請求 有 請求項の数 2 (全8頁)

⑮ 発明の名称 電子走査アンテナ

⑯ 特 願 平1-303408

⑰ 出 願 平1(1989)11月24日

⑱ 発 明 者 鈴 木 敬 三 東京都国分寺市高木町2丁目3番32号
 ⑱ 発 明 者 井 上 正 人 神奈川県鎌倉市上町屋325番地 三菱電機株式会社鎌倉製作所内
 ⑱ 発 明 者 津 田 喜 秋 神奈川県鎌倉市上町屋325番地 三菱電機株式会社鎌倉製作所内
 ⑲ 出 願 人 防衛庁技術研究本部長 東京都世田谷区池尻1丁目2番24号

明 細 書

1. 発明の名称

電子走査アンテナ

2. 特許請求の範囲

(1) 複数の素子アンテナとこれら素子アンテナに接続した移相器、電力分配器、モノパルスコンパレータ等から構成されるモノパルス電子走査アンテナにおいて、空間内へのビーム設定を、全素子アンテナに接続されたデジタル移相器の制御による第1次ビーム走査(粗設定)と、それによつて設定されるビーム指向角を基点とする一部の素子アンテナに接続されたアナログ移相器群の制御による第2次ビーム走査(精設定)とに分割して実施するようなビーム制御アルゴリズムを有するビーム制御器を具備したことを特徴とする電子走査アンテナ。

(2) 複数の素子アンテナとこれら素子アンテナに接続した移相器、電力分配器、モノパルスコンパレータ等から構成されるモノパルス電子走査アンテナにおいて、空間内へのビーム設定を、全素

子アンテナに接続された第1のデジタル移相器群の制御による第1次ビーム走査(粗設定)と、それによつて設定されるビーム指向角を基点とする第1のデジタル移相器群よりも最小移相間隔の細かい第2のデジタル移相器群の制御による第2次ビーム走査(精設定)とに分割して実施するようなビーム制御アルゴリズムを有するビーム制御器を具備したことを特徴とする電子走査アンテナ。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

この発明はデジタル移相器を用いてアンテナのビーム方向を変化させるモノパルス電子走査アンテナの差パターンのナ方向角度設定の改良に関するものである。

(従来の技術)

ここで用いるモノパルス電子走査アンテナは複数の素子アンテナとこれに接続された移相器等で構成され、移相器の移相量を変化させてアンテナから放射される電波のビーム方向を変化させるものである。

第1図に従来のモノパルス電子走査アンテナの構成図を示す。

図中(1)は素子アンテナ、(2)はデジタル移相器、(3)は電力分配器、(4)はモノパルスコンバータ、(5)は和信号端子、(6)はAz(アジマス)方向差信号端子、(7)はEl(エレベーション)方向差信号端子、(8)は上記デジタル移相器(2)によるビーム制御演算を行うビーム制御器である。

第2図に素子アンテナの配置図を示す。複数の素子アンテナ(1)は4個の電力分配器(3)に接続されたサブアレーA、B、C、Dに分けられる。サブアレーA、B、C、Dの合成電界をそれぞれ \vec{E}_A 、 \vec{E}_B 、 \vec{E}_C 、 \vec{E}_D とすると、和信号端子(5)、Az方向差信号端子(6)、El方向差信号端子(7)で見た合成電界ベクトル、 \vec{E} 、 ΔAz 、 ΔEl はそれぞれ以下であらわされる。

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C + \vec{E}_D$$

$$\Delta Az = \vec{E}_A + \vec{E}_B - \vec{E}_C - \vec{E}_D$$

$$\Delta El = \vec{E}_A - \vec{E}_B + \vec{E}_C - \vec{E}_D$$

る量子化位相誤差が発生する。

上記量子化位相誤差によつて決まる実現可能な最小ビーム走査間隔 $\Delta\alpha$ は次式であらわされる。

$$\Delta\alpha = K \cdot \frac{\lambda}{N_x \cdot D_x \cos \alpha_0} \cdot \frac{2\pi}{2p} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここで λ は波長、 p はデジタル移相器のビット数、 K は開口分布によつて決まる係数、 D_x はAz方向開口幅、 N_x はAz方向配列素子数であり、これによつて概ね $\frac{\Delta\alpha}{2}$ の量子化ビーム指向誤差が生じる。

(発明が解決しようとする課題)

従来のモノパルス電子走査アンテナのビーム走査には以上のような指向誤差が含まれるので、そのビーム指令角対ビーム指向角特性は第3図に示すように凹凸を持つたものとなり、これを追尾アンテナとして使用した場合には追尾性能の安定性を欠く等の問題点があり、寸法上の制約から素子数に制限がある場合にもこの方式のままで追尾性能の安定性を改善するためにはデジタル移相器のビット数の増加が必要となり、装置の構成が高価

次に動作について説明する。

モノパルス電子走査アンテナにおけるビーム走査とは、ビーム制御器(8)におけるビーム指令角に対応した演算結果に基づきデジタル移相器(2)の位相を変えることにより、各素子アンテナ(1)への給電位相を制御し、これによつて(Az角、El角)で表わした空間内の所望の角度(α_0 、 β_0)で見た \vec{E}_A 、 \vec{E}_B 、 \vec{E}_C 、 \vec{E}_D の値を制御して、 \vec{E} 、 ΔAz 、 ΔEl についての所期の値を得る操作のことである。

ここでビーム指向角を差信号が最小値を示す角度と定義し、説明の便宜上、走査する面をAz面(第2図におけるxz平面)、アンテナ正面z軸から測つた指向角を α_0 、即ち(Az角、El角)で表わしたビーム指向角を(α_0 、0)とする。

かかるモノパルス電子走査アンテナは、移相器がデジタル移相器であるため各素子アンテナに与えることができる給電位相が離散値となり、所望のビーム走査角に対応して個別に決定される理想的な給電位相に対する差異が生じることに寄因す

になりがちであるという問題点があつた。

この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、比較的小規模な構成のままで、高精度のビーム指向特性を持つモノパルス電子走査アンテナを得ることを目的とする。

(課題を解決するための手段)

この発明に係るモノパルス電子走査アンテナは、開口面を構成する全素子アンテナ中の限られた一部の素子アンテナに従来のデジタル移相器に加えてアナログ移相器を接続し、デジタル移相器によるビームの粗設定と、アナログ移相器によるビームの精密設定を組み合わせたビーム制御アルゴリズムを用いることにより、小さな角度間隔で高精度にビーム指向角を制御することを可能としたものである。

(作用)

この発明におけるモノパルス電子走査アンテナは、その最小ビーム走査間隔が給電位相の設定の細かさ的比例することを利用し、一部の素子のみ給電位相をアナログ移相器によつて細かく変化

させることにより、デジタル移相器のビット数によつて決まるビーム走査間隔の範囲内をさらに細かくビーム走査する。

(実施例)

以下、この発明の一実施例を図について説明する。

第1図はアンテナ開口面の素子配列を示す図であり、(1a-1) (1a-2) …… (1a-12) はAz方向走査用のアナログ移相器の接続された素子アンテナ、(1b-1) (1b-2), …… (1b-8) はEl方向走査用のアナログ移相器の接続された素子アンテナである。

第2図は構成ブロック図であり(9a), (9b)はそれぞれAz方向走査用、El方向走査用のアナログ移相器である。

以下、その作用、動作について第1図、第2図及び第3図を用いて説明する。

まずアナログ移相器(9a), (9b)は全て初期状態にリセットしておく。最初のビーム指向角指令に基づきビーム制御器(8)は従来の方式どおりのビ-

ーム走査演算を行い、この結果でデジタル移相器(2)を位相設定してビーム走査を行う。このときのビーム指令角(α_0, β_0)はビーム制御器(8)内のメモリに記憶しておくものとする。この状態で受信したモノパルス信号を基に追尾動作を行うことにより、ビーム指向角の修正が必要となり、次のビーム指向角指令(α_1, β_1)が発生するが、信号処理器(6)ではメモリに格納してあるビーム指令角データ(α_0, β_0)と新たな指令角(α_1, β_1)との間で以下の計算を行う。

$$\Delta\alpha = \alpha_1 - \alpha_0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\Delta\beta = \beta_1 - \beta_0 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$\Delta\alpha, \Delta\beta$ は既に設定されたビーム指令角を基点とした新たなビーム指令角までの走査角変化分である。本方式は $\Delta\alpha, \Delta\beta$ の大きさを計算し、これに基づいてAz方向走査用のアナログ移相器群(9a)と、El方向走査用のアナログ移相器群(9b)をそれぞれ独立に位相制御してビーム制御しようとするものであり、以下にその作動原理について説明する。

位相設定法についてAz方向走査を例に取つて説明する。

Az方向走査用のアナログ移相器群(9a)の接続された素子には第1図に示すように(1a-1), (1a-2), …… (1a-12)の番号を付してあるが、Az, El独立動作が可能となるようにx軸を対称とする2素子、(1a-1)と(1a-2), (1a-3)と(1a-4), … (1a-11)と(1a-12)にはそれぞれ同じ位相設定を与えてビーム制御する。y軸を中心として左、右のアナログ移相器の基準状態(リセット状態)からの移相量の合計値を

素子(1a-1), (1a-2) …… (1a-6)の接続されている移相器(9a)の移相量合計値; $\Delta\psi_L$
素子(1a-7), (1a-8) …… (1a-12)の接続されている移相器(9a)の移相量合計値; $\Delta\psi_R$ とすると

$$\Delta\psi_A = \Delta\psi_L - \Delta\psi_R \quad \dots\dots\dots (4)$$

の値の大小によつてビーム走査角 $\Delta\alpha$ が制御されるがその関係は第4図に示すようなものとなり、

$\Delta\alpha$ が小さい範囲では $\Delta\psi_A$ 対 $\Delta\alpha$ のグラフはほとんど直線であり、素子の位置とはほとんど無関係に $\Delta\psi_A$ の大きさのみによつて決まる以下の値を取る。

$$\Delta\alpha = K_A \cdot \Delta\psi_A \quad \dots\dots\dots (5)$$

ここで K_A はAz方向のビーム走査角 α_0 の関数であり概ね

$$K_A = \frac{1}{K_A \cdot \sin \alpha_0} \quad \dots\dots\dots (6)$$

の値を取る。 K_A は素子間隔、素子数、開口分布、周波数によつて決まる定数である。

$\Delta\alpha$ の最大値は、アナログ移相器の最大移相量 $\Delta\phi_{\max}$ と使用個数 m_A によつて決まる $\Delta\psi_A$ の値

$$\Delta\psi_A \max = \frac{m_A}{2} \Delta\phi_{\max} \quad \dots\dots\dots (7)$$

によつて設定される値

$$\Delta\alpha \max = K_A \cdot \Delta\psi_A \max \quad \dots\dots\dots (8)$$

となる。

前述したように $\Delta\psi_A$ の値は素子の位置とは無関係に決定することができるから合計値がそれぞ

れ $\Delta\psi_L$, $\Delta\psi_R$ となるまで左右のアナログ移相器 (9a) の移相量を順次変化させていくことによりビーム走査が可能である。

E_L 方向の走査についても全く同じように考えることができる。

E_L 方向走査用のグループ B のアナログ移相器群 (9b) の接続された素子には第 1 図に示すように (1b-1), (1b-2), …… (1b-8) の番号を付し A_E 方向走査のときと同様 (1b-1) と (1b-2), …… (1b-7) と (1b-8) はそれぞれ同じ位相設定を与えてビーム制御する。x 軸を中心として上下のアナログ移相器の基準状態 (リセット状態) からの移相量の合計値を

素子 (1b-1) … (1b-4) の接続されている移相器 (9b) の移相量合計値; $\Delta\psi_u$

素子 (1b-5) … (1b-8) の接続されている移相器 (9b) の移相量合計値; $\Delta\psi_D$

とすると

$$\Delta\psi_B = \Delta\psi_u - \Delta\psi_D \quad \text{…… (9)}$$

の値の大小によりビーム走査角 $\Delta\beta$ が制御され、

(9b) の設定位相量を変化させてビーム走査を行うものである。追尾目標の移動等により、ビーム指令角 (α_1 , β_1) は順次変化するが、これによつて $|\Delta\alpha|$, $|\Delta\beta|$ が、 α_M , β_M より大きくなった場合はアナログ移相器による微細ビーム走査の領域外と判定し、アナログ移相器 (9a) (9b) の位相状態を全て初期状態にリセットしてデジタル移相器 (2) によるビーム再設定を実施する。このときのビーム指令角 (α_1 , β_1) は新たに (α_0 , β_0) としてメモリに格納し、次のビーム指令角に共くビーム走査角変化のための基点データとして用いる。

アナログ移相器 (9a) (9b) はその移相量 $\Delta\psi_A$, $\Delta\psi_B$ を十分な細かさで設定できるものとする。式 (5), (6) により決定される走査角度幅 $\Delta\alpha$, $\Delta\beta$ も十分な細かさで設定できるため、ビーム指令角が更新されるたびに以上の一連の動作を行うことにより全空間を細かくビーム走査することが可能となり、そのビーム指令角対ビーム指向角特性は第 6 図に示すように凹凸の少ないなめらかなもの

第 5 図の關係によりビーム走査が行われる。 A_E 方向走査の場合の式 (5), (6), (7), (8) に対応する E_L 方向走査時の關係式は

$$\Delta\beta = K_B \cdot \Delta\psi_B \quad \text{…… (10)}$$

$$K_B = \frac{1}{k_B \cdot \cos \beta_0} \quad \text{…… (11)}$$

$$\Delta\psi_{B \max} = \frac{m_B}{2} \Delta\phi_{\max} \quad \text{…… (12)}$$

$$\Delta\beta_{\max} = K_B \cdot \Delta\psi_{B \max} \quad \text{…… (13)}$$

である。

実際に判定条件として用いる A_E 方向、 E_L 方向のアナログ移相器による最大走査角度幅 $\Delta\alpha_M$, $\Delta\beta_M$ は式 (6), (13) によつて決まる $\Delta\alpha_{\max}$, $\Delta\beta_{\max}$ より小さい値に設定する必要がある。

本方式によるビーム走査アルゴリズムは式 (2), (3) から求められた $|\Delta\alpha|$, $|\Delta\beta|$ がそれぞれ $\Delta\alpha_M$, $\Delta\beta_M$ より小さい間は式 (5), 式 (6) あるいは第 4 図、第 5 図に基いてアナログ移相器 (9a),

とすることができる。

なお、上記実施例では微小領域内の誤差補正及びビーム走査にアナログ移相器を使用するものを示したが、これに替えて全素子に接続したデジタル移相器よりも最小移相間隔の細かい高ビット型デジタル移相器であつてもよく、上記実施例と同様の効果を得る。

この場合式 (4), (9) の $\Delta\psi_L$, $\Delta\psi_R$, $\Delta\psi_u$, $\Delta\psi_D$ の代わるものとして $(\Delta\psi_L)_B$, $(\Delta\psi_R)_B$, $(\Delta\psi_u)_B$, $(\Delta\psi_D)_B$ の値が用いられることとなる。ここで $(\psi)_B$ は B で量子化した ψ の値の意であり、B はデジタル移相器の最小移相間隔であり、実現可能な走査角度幅 $\Delta\alpha$, $\Delta\beta$ はこの B の値に依存することとなる。

〔発明の効果〕

以上のようにこの発明によれば、空間内のビーム走査を、通常のデジタル移相器の位相制御により設定した走査角を基点とした角度偏位置に対応した開口面上の位相変化量を与えて実現する方式とし、この位相変化量をもたすものとして全素

子アンテナ中の限られた一部の素子にのみ接続したアナログ移相器又は全素子アンテナに接続されたデジタル移相器よりも最小移相間隔の細いデジタル移相器を用いるようにしたので、比較的安価な装置構成で精密なビーム制御のできるモノパルス電子走査アンテナが得られる効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明の一実施例によるモノパルス電子走査アンテナの開口面素子アンテナ配置図、第2図はこの発明の一実施例によるモノパルス電子走査アンテナの構成ブロック図、第3図はこの発明の一実施例によるビーム制御アルゴリズムを示すフローチャート、第4図、第5図はこの発明の一実施例におけるアナログ移相器による開口面位相変化量対、Az方向、El方向ビーム走査角度変化幅の様子を示す図、第6図はこの発明の一実施例によるビーム指令角対ビーム指向角特性を示す図、第7図は従来のモノパルス電子走査アンテナの構成ブロック図、第8図は開口面素子アンテナ配置図、第9図は従来のモノパルス電子走査

アンテナ方式によるビーム指令角対ビーム指向角特性を示す図である。

図中(1)は素子アンテナ、(1a-1)～(1a-12)はAz方向走査用のアナログ移相器の接続された素子アンテナ、(1b-1)～(1b-8)はEl方向走査用のアナログ移相器の接続された素子アンテナ、(2)はデジタル移相器、(3)は電力分配器、(4)はモノパルスコンパレータ、(5)は和信号端子、(6)はAz方向差信号端子、(7)はEl方向差信号端子、(8)はビーム制御器、(9a)はAz方向走査用のアナログ移相器、(9b)はEl方向走査用のアナログ移相器である。

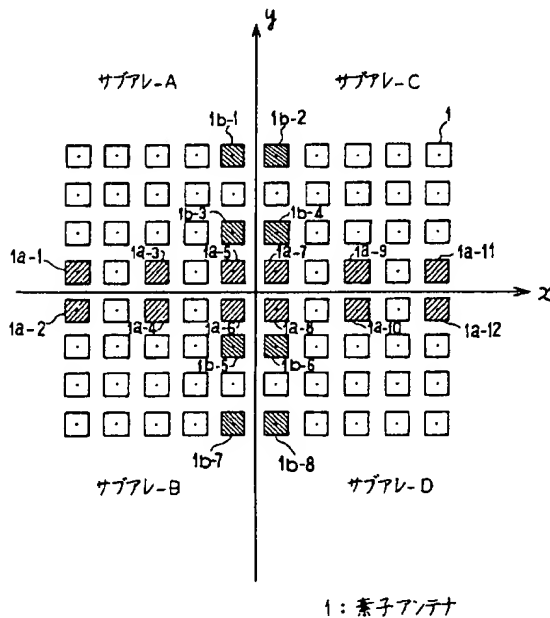
なお図中同一符号は同一、又は相当部分を示す。

特許出願人

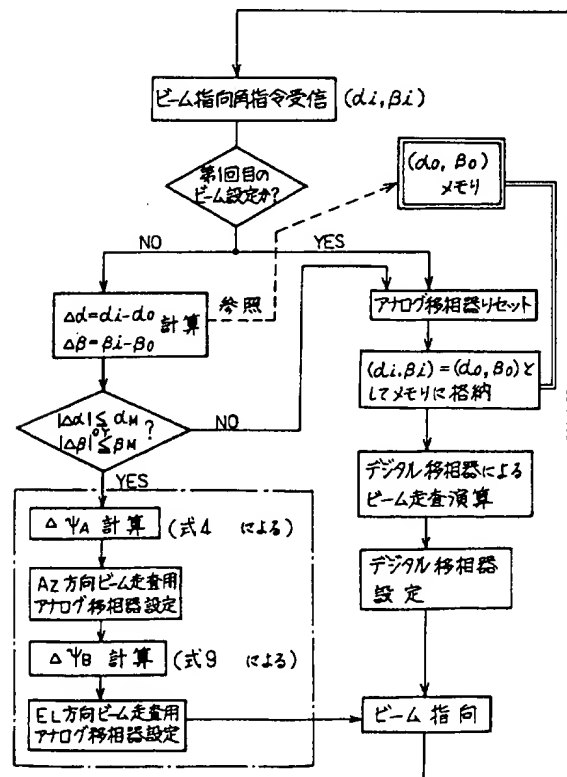
防衛庁技術研究本部長

岡井 良三

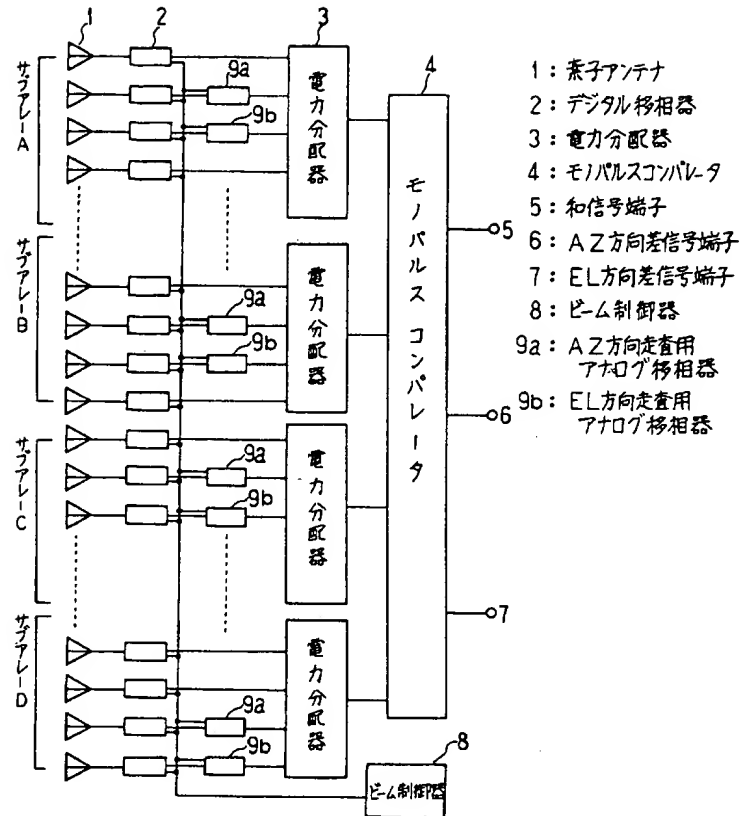
第 1 図



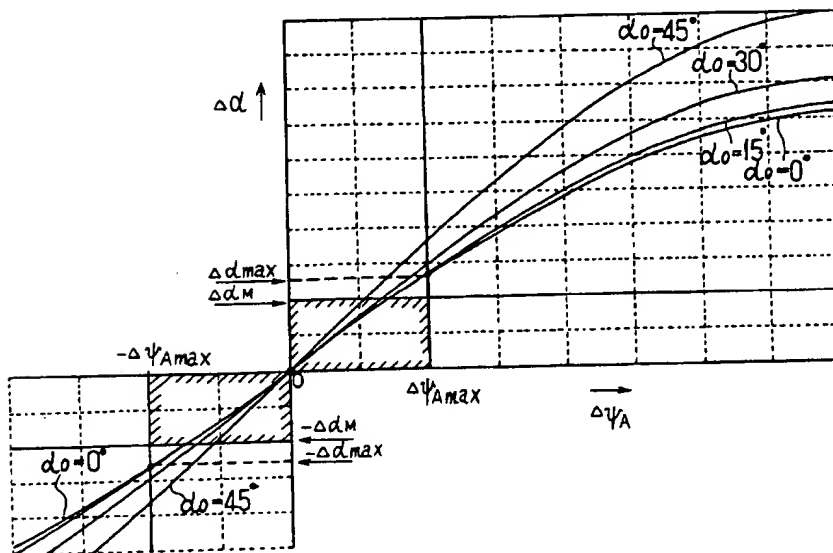
第 3 図



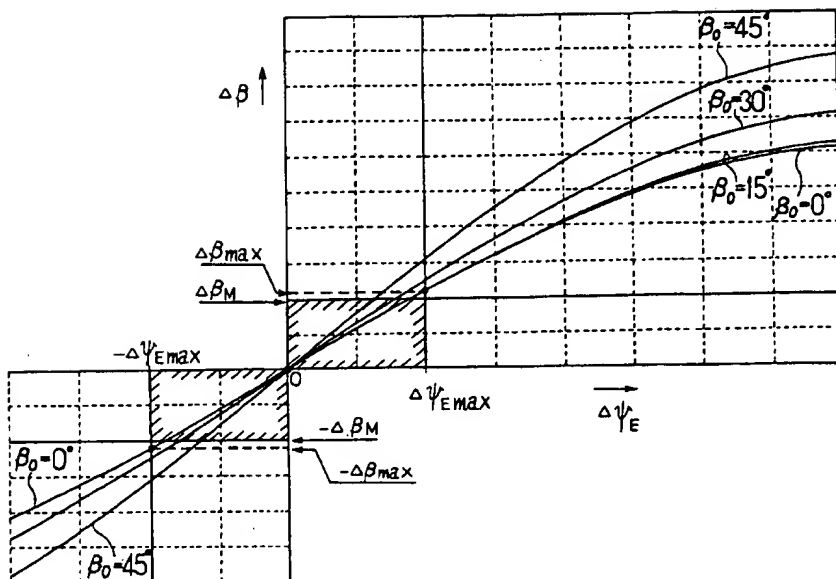
第 2 図



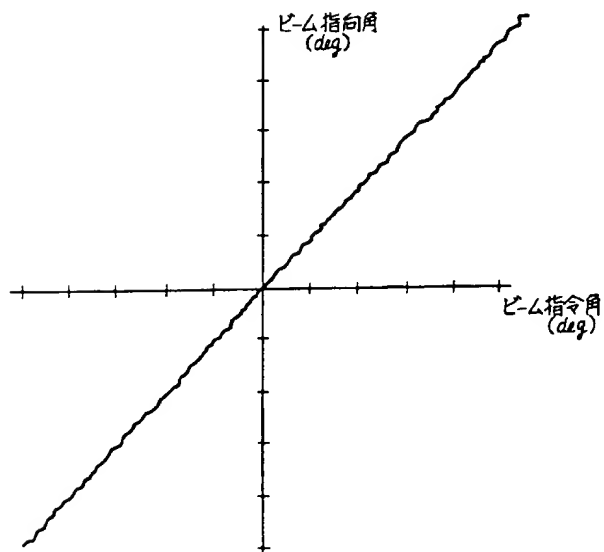
第 4 図



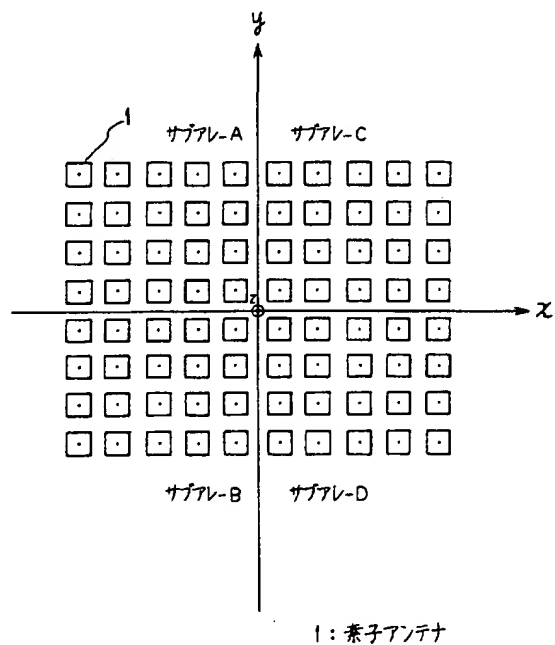
第 5 図



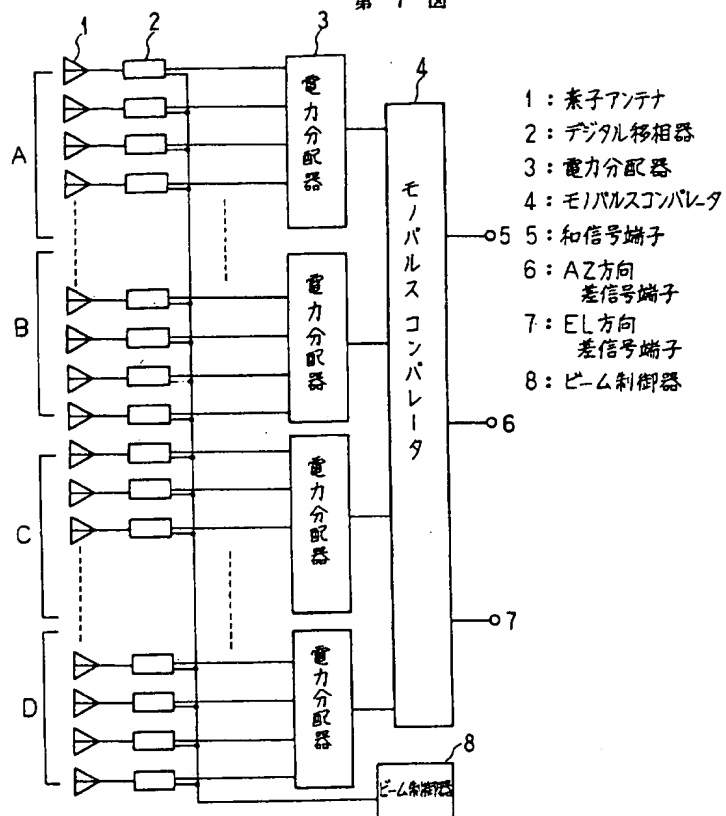
第 6 図



第 8 図



第 7 図



第 9 図

